**Nazwa przedmiotu:**

Metrologia

**Koordynator przedmiotu:**

Mateusz TURKOWSKI

**Status przedmiotu:**

Obowiązkowy

**Poziom kształcenia:**

Studia I stopnia

**Program:**

Inżynieria Biomedyczna

**Grupa przedmiotów:**

Przedmioty techniczne

**Kod przedmiotu:**

ME

**Semestr nominalny:**

1 / rok ak. 2018/2019

**Liczba punktów ECTS:**

5

**Liczba godzin pracy studenta związanych z osiągnięciem efektów uczenia się:**

1. liczba godzin kontaktowych – 30 godz., w tym
obecność na wykładach 15 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 15 godz.,
.
2. praca własna studenta – 25 godz., w tym
przygotowanie do ćwiczeń 15 godz.
przygotowanie do kolokwium 10 godz.,

55 godz., co odpowiada 2 pkt. ECTS.

**Liczba punktów ECTS na zajęciach wymagających bezpośredniego udziału nauczycieli akademickich:**

1,00 pkt. ECTS, co odpowiada 30 godz. kontaktowym.
liczba godzin kontaktowych – 30 godz., w tym
obecność na wykładach 15 godz.,
obecność na ćwiczeniach audytoryjnych 15 godz.,

**Język prowadzenia zajęć:**

polski

**Liczba punktów ECTS, którą student uzyskuje w ramach zajęć o charakterze praktycznym:**

1,00 pkt. ECTS, co odpowiada 15 godz. ćwiczeń plus 15 godz. przygotowań do ćwiczeń.

**Formy zajęć i ich wymiar w semestrze:**

|  |  |
| --- | --- |
| Wykład:  | 30h |
| Ćwiczenia:  | 0h |
| Laboratorium:  | 30h |
| Projekt:  | 0h |
| Lekcje komputerowe:  | 0h |

**Wymagania wstępne:**

**Limit liczby studentów:**

90

**Cel przedmiotu:**

Celem przedmiotu jest przygotowanie studentów do pracy laboratoryjnej oraz
wprowadzenie w technikę eksperymentu. W programie znajdują się więc podstawowy
teoretyczne metrologii, oraz zasady działania i obsługi podstawowych przyrządów spotykanych w pracy laboratoryjnej. Uzyskane umiejętności pozwolą studentom na łatwiejsze przyswojenie wiedzy związanej ze specjalnością Inżynieria Biomedyczna, opartej w dużym stopniu na pomiarach, w tym wielkości nieelektrycznych. Na zajęciach laboratoryjnych studenci poznają w praktyce zasady stosowania aparatury opisanej na wykładzie, oraz wdrażają się do zasad prawidłowej obróbki i dokumentacji pomiarów.

**Treści kształcenia:**

Wykład podzielony jest na dwa główne bloki: dwanaście godzin wprowadzenia teoretycznego
do metrologii, z zagadnieniami podstaw elektrotechniki i systemów pomiarowych, oraz
osiemnaście godzin poświęconych bardziej szczegółowo typowej aparaturze i metodom
pomiarowym wielkości elektrycznych i podstawowych nieelektrycznych.
Treść wykładu:
• Pojęcia podstawowe - Pomiar i obserwacja (definicja pomiaru). Wielkość metrologiczna,
wartość, jednostka miary, skala pomiarowa, metoda pomiaru. Pomiary bezpośrednie i
pośrednie. Zasady dokumentacji pomiarów. (2h)
• Pojęcie niepewności pomiarowej. Wyznaczanie niepewności typu A i B, szacowanie
niepewności pomiarów pośrednich, budżet niepewności (2h)
• Błędy systematyczne i grube, oraz ich kompensacja (2h)
• Podstawy elektrotechniki - obwody prądu stałego (2h)
• Charakterystyki sygnałów pomiarowych, sygnały analogowe (2h)
• Przetwarzanie analogowo-cyfrowe. Sygnały cyfrowe, typowe protokoły komunikacji(2h)
Źródła sygnałów - zasilacze i generatory. Wzorce (2h)
• Przyrządy pomiarowe – woltomierze, amperomierze, multimetry, częstościomierze (2h)
• Oscyloskop elektroniczny. Rejestratory sygnałów, karty akwizycji danych. (2h)
• Pomiary i metody pomiarowe - Pomiary napięć i prądów stałych. Metody pomiaru
rezystancji (2h)
• Pomiary napięć zmiennych. Pomiary impedancji (2h)
• Pomiary częstotliwości, czasu i przesunięcia fazowego (2h)
• Pomiary temperatury. Międzynarodowa Skala Temperatur, wzorce. Termometry
rezystancyjne i termoelektryczne (2h)
• Pomiary masy. Pomiary ciśnienia, manometry i wakuometry, konstrukcja i zasada działania,
wzorce ciśnienia (2h)
• Pomiary przepływu (2h)
Laboratorium podzielone jest na dwa bloki: w pierwszym studenci zapoznają się z zasadami
pomiaru wielkości elektrycznych, w drugim studenci poznają podstawy metrologii takie jak
źródła i kompensacja błędów systematycznych, wyznaczanie niepewności pomiaru itp., na
przykładzie podstawowych pomiarów wielkości nieelektrycznych, takich jak pomiar masy.
Zakres ćwiczeń laboratoryjnych:
• Pomiary napięcia stałego i zmiennego. Wpływ rezystancji wejściowej woltomierza na
wynik pomiaru
• Pomiary prądu i mocy. Dopasowanie energetyczne
• Pomiary rezystancji. Omomierze, mostek Wheatstone’a. Kod barwny rezystorów THT.
• Pomiary parametrów RLC. Parametry kondensatorów i induktorów.
• Oscyloskopy analogowe, podstawy działania i obsługi.
• Oscyloskopy cyfrowe, częstościomierze, czasomierze.
• Metody pomiarowe na przykładzie pomiaru masy
• Wyznaczanie parametrów metrologicznych wybranych urządzeń
• Pomiary pośrednie - pomiar temperatur termometrem rezystancyjnym
• Pomiary pośrednie – pomiar wilgotności względnej powietrza
• Korekcja błędów systematycznych na przykładzie gazomierza z przelicznikiem
• Wyznaczanie niepewności pomiaru pośredniego na przykładzie przepływomierza
zwężkowego

**Metody oceny:**

Egzamin, sprawozdania z laboratoriów, aktywność na laboratoriach

**Egzamin:**

tak

**Literatura:**

1. Dusza J., Gortat G., Leśniewski A.,: Podstawy Miernictwa, WPW, Warszawa, 2002
2. M. Lisowski, Podstawy Metrologii, Oficyna Wydawnicza Politechniki Wrocławskiej , 2011
3. A. Chwaleba, M. Poniński, A. Siedlecki: „Metrologia elektryczna" WNT Warszawa 2010.
4. J. Czajewski: „Podstawy metrologii elektrycznej" Oficyna Wydawnicza Politechniki
Warszawskiej. Warszawa 2003.
5. M. Turkowski, Metrologia przepływów, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.
Warszawa 2018
6. Materiały do laboratorium przesłane przez prowadzących

**Witryna www przedmiotu:**

brak

**Uwagi:**

## Charakterystyki przedmiotowe

### Profil ogólnoakademicki - wiedza

**Charakterystyka w01:**

Posiada podstawową wiedzę w zakresie metrologii, zna metody pomiaru podstawowych wielkości fizycznych, zwłaszcza wykorzystywane w inżynierii biomedycznej

Weryfikacja:

..

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W05, K\_W10

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

**Charakterystyka w02:**

Ma podstawową wiedzę w zakresie elektrotechniki oraz układów elektronicznych analogowych i cyfrowych

Weryfikacja:

..

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_W05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_WG

### Profil ogólnoakademicki - umiejętności

**Charakterystyka u01:**

Potrafi posłużyć się odpowiednimi metodami i urządzeniami pomiarowymi w celu przeprowadzenia pomiaru podstawowych parametrów sensorów stosowanych w inżynierii biomedycznej

Weryfikacja:

..

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U11, K\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o

**Charakterystyka U02:**

Potrafi posłużyć się odpowiednimi metodami i urządzeniami pomiarowymi w celu przeprowadzenia pomiaru podstawowych parametrów urządzenia/systemu elektromedycznego.

Weryfikacja:

..

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U14

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UW, III.P6S\_UW.1.o

**Charakterystyka U03:**

Ma umiejętność samokształcenia.

Weryfikacja:

..

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_U05

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_UU

### Profil ogólnoakademicki - kompetencje społeczne

**Charakterystyka K01:**

Potrafi zorganizować pracę własną oraz oraz brać udział w pracy małego zespołu przyjmując różne role

Weryfikacja:

..

**Powiązane charakterystyki kierunkowe:** K\_K07

**Powiązane charakterystyki obszarowe:** I.P6S\_KR